

PROPUESTA DE FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS FUNDAMENTADA EN LA ENSEÑANZA POR INDAGACIÓN CENTRADA EN EL MODELO DE SOL-TIERRA

María Martínez Chico, Rafael López-Gay Lucio-Villegas, M^a Rut Jiménez Liso
Universidad de Almería

RESUMEN: Se presenta una propuesta de formación inicial de maestros y maestras para la enseñanza de las ciencias que trabaja de forma integrada contenido científico y didáctico. Los futuros maestros experimentan en primera persona una secuencia de aprendizaje mediante un enfoque de enseñanza basado en la indagación, y centrado en la construcción y uso de modelos, en concreto para el tópico de Sol-Tierra. Además a lo largo de la propuesta se realizan reflexiones explícitas sobre la naturaleza de los conocimientos científicos descriptivos y explicativos trabajados, sobre cómo están aprendiendo y sobre cómo enseñar; reflexiones que, junto con la *vivencia* de esa experiencia de aprendizaje, pretenden lograr un cambio de concepciones y actitudes entre los futuros maestros.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial, enseñanza de las ciencias, Educación Primaria, Indagación basada en modelos, Sistema Sol-Tierra.

OBJETIVOS

El propósito de nuestro trabajo es diseñar una propuesta de formación inicial de maestros justificada que promueva al mismo tiempo cuestionar el pensamiento de sentido común sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, reconocer las características de una enseñanza basada en la indagación (*hacer ciencia*) y adquirir dominio en el contenido científico y en cómo se construye de manera integrada. Para ello hacemos *vivir* a los maestros en formación inicial una secuencia de enseñanza organizada en torno a ciclos de indagación acompañada de reflexiones sobre qué han aprendido y cómo lo han aprendido. Una vez diseñada e implementada, pretendemos evaluar su efectividad para conocer las deficiencias en el diseño y desarrollo en el aula, resultados que se incluirán en un trabajo más amplio.

MARCO TEÓRICO

El actual enfoque de ciencia y competencia científica para todos implica un currículo que proporcione conocimiento de la ciencia, de hacer ciencia pero también conocimiento de cómo funciona la ciencia (Osborne y Dillon, 2008). La investigación en la didáctica de las ciencias en los niveles educativos obli-

gatorios ha ido evolucionando en este sentido. Sin embargo, la formación inicial de docentes continúa estancada siendo escasos los esfuerzos dedicados a discutir qué contenidos concretos hay que tratar y los materiales de aula o programas de actividades para trabajarlos (Oliva, 2005). Esta motivación y el propósito de mejorar la propia formación que desarrollamos, nos llevan a centrar nuestro trabajo en el planteamiento de una propuesta de formación inicial justificada que responda a los avances de la investigación didáctica, para lo cual empezamos preguntándonos por las necesidades formativas de los futuros maestros y el enfoque que debería adoptarse.

Está ampliamente consensuado que los futuros maestros poseen un conjunto de ideas, actitudes y concepciones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sus finalidades, el contenido científico y la ciencia que configuran *supensamiento docente espontáneo*, que es identificado como uno de los grandes obstáculos para el cambio de la enseñanza. Es necesario por tanto dirigir el diseño de las propuestas de formación inicial hacia un proceso de cambio de pensamiento que atienda a las dificultades asociadas al mismo, profundizando en (tabla 1):

Tabla 1.
Principales focos para el cambio de pensamiento docente en nuestra propuesta.

- El dominio de la materia a enseñar, que permita a los futuros docentes explicar y predecir los fenómenos cotidianos, y cobren sentido los modelos científicos a enseñar en Primaria;
- concepciones sobre la ciencia y el trabajo científico, que permita a los futuros docentes cuestionar la finalidad propedéutica o las concepciones reduccionistas sobre la ciencia y la actividad científica a favor de los actuales enfoques de alfabetización y competencia científica para todos;
- concepciones sobre el aprendizaje, superando visiones simplistas basadas en un modelo de vaso vacío, y avanzando hacia la concepción del aprendizaje socioconstructivista; y
- concepciones sobre la enseñanza de las ciencias y el papel del docente, que les permita cuestionar el modelo de enseñanza centrado en el contenido y en la explicación del profesor y promoviendo propuestas de enseñanza centradas en el alumnado.

Teniendo en cuenta estas dimensiones, hemos diseñado una propuesta de formación inicial de maestros para enseñar ciencias, centrada en un enfoque de enseñanza de las ciencias por indagación y en la construcción y uso de modelos.

¿Por qué hemos optado por este enfoque de enseñanza? En primer lugar, porque existe un consenso generalizado en torno a los beneficios de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (“IBSE”, del inglés *InquiryBasedScienceEducation*) que trata de involucrar a los estudiantes en preguntas científicas que les llevan a formular explicaciones basándose en la argumentación y el uso de pruebas (Alake-Tuenter et al., 2012). Para evitar aplicaciones “simplistas” de la IBSE reduciéndola a tareas experimentales (Windschitl et al., 2008), la investigación propone continuas conexiones entre los aspectos fenomenológicos y los objetivos conceptuales mediante una indagación centrada en *modelos*, es decir, “representaciones que abstraen y simplifican un sistema, que hacen explícitas y visibles sus características fundamentales y pueden ser usados para generar explicaciones y predicciones” (Schwarz et al., 2007). Por ello, al diseñar un curso de formación inicial en torno al proceso de indagación centrado en modelos, contribuiremos a que los futuros maestros construyan una imagen adecuada de la ciencia así como modelos científicos útiles para explicar y predecir fenómenos.

En segundo lugar, entendemos que es necesario y posible un *enfoque integrado* en el que los futuros maestros aprendan contenidos científicos mediante una metodología coherente con la construcción

del conocimiento científico, y que al mismo tiempo reflexionen sobre la naturaleza de esos conocimientos, sobre cómo están aprendiendo y cómo podrían enseñar, cambiando así su actitud y expectativas (López-Gay et al., 2009). Diferentes trabajos han mostrado la importancia y efectividad de que los futuros docentes *vivan* secuencias de enseñanza innovadoras durante su proceso de formación que les sirvan de modelo metodológico (Wandersee et al., 1994). Tendemos a enseñar de forma similar a como fuimos enseñados, por ello, haciendo “vivir” a los futuros maestros experiencias de aprendizaje mediante un enfoque de enseñanza basado en la indagación, estaríamos evitando que continúen reproduciendo el modelo de enseñanza tradicional, que aún hoy día sigue siendo el más extendido en las aulas.

Basándonos en estas consideraciones hemos diseñado, implementado y estamos evaluando una propuesta de formación, con la que pretendemos que los maestros y maestras en formación se impliquen, aprendan y valoren positivamente la experiencia.

METODOLOGÍA

A continuación mostramos la metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados, concretamente la realización del diseño, la implementación de la propuesta y los instrumentos diseñados y utilizados para la evaluación de la propuesta.

Diseño

Los materiales diseñados se organizan en secuencias de actividades que incluyen *ciclos de indagación*, donde se trabaja el contenido científico y didáctico de forma integrada. Para aclarar el sentido que damos a la IBSE, mostramos de forma esquemática las características esenciales que atribuimos a este enfoque (tabla 2).

Tabla 2
Características IBSE (adaptadas del NRC, 2000)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> × Existe un problema o pregunta científica que involucra a los estudiantes y da sentido a la enseñanza × los estudiantes formulan explicaciones (adelantan hipótesis) × los estudiantes buscan pruebas que apoyen o rechacen sus explicaciones × los estudiantes comunican e intercambian ideas, argumentos y resultados × las conclusiones obtenidas son evaluadas a la luz de otras explicaciones alternativas, acercándose a explicaciones científicamente ya aceptadas |
|--|

El diseño de las actividades pretende que los futuros maestros *hablen y hagan ciencia*, al mismo tiempo que aportarles criterios que les permitan distinguir qué sería una *adecuada* enseñanza de las ciencias.

La planificación y elaboración de la propuesta se ha desarrollado a partir del trabajo en equipo del grupo docente que conforman los autores. El diseño se ha basado en experiencias formativas anteriores y discusiones periódicas que se han mantenido frecuentemente.

Puesta en práctica

La formación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en el nuevo título de Grado de Maestro. E. Primaria de la Universidad de Almería se imparte sobre dos asignaturas con las siguientes características (tabla 3).

Tabla 3.
Formación en DCE para el Grado de Maestro E. Primaria en la UAL

Asignatura	Horas (ECTS)	Curso	Núm. de alumnos	Finalidades
Didáctica de las Ciencias Experimentales I	60h (9) 35h en grupo docente (GD) 25 h en Grupo de Trabajo (GT)	2º	280 alumnos en cuatro grupos GD (70 alumnos) y ocho GT (35 alumnos)	cuestionar el pensamiento de sentido común sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, reconocer las características de una enseñanza basada en la indagación (<i>hacer ciencia</i>) adquirir dominio en contenido científico (Modelo Sol-Tierra) y en cómo se construye la ciencia, de manera integrada
Didáctica de las Ciencias Experimentales II	40h (6)	4º	Prevista para 2013-2014 (En fase de diseño)	Diseñar y/o adaptar propuestas con las características de una enseñanza basada en la indagación para Primaria Evaluar las propuestas tras su implementación y analizar (modificar, si procede) a la luz de las conclusiones de la evaluación. Adquirir dominio en otros contenidos científicos (Modelo Ser Vivo, Materia, etc.) y en cómo se construye la ciencia, de manera integrada.

La propuesta que presentamos es para el segundo cuatrimestre de la primera asignatura (DCE I) que ha sido implementada en el curso 2011-2012 por los tres autores de esta comunicación con una duración total de 40 h (24,5h de GD y 17,5 de GT), se ha mantenido un intercambio periódico entre los componentes del grupo docente (incluso con la edición de un diario online) planteando las situaciones e imprevistos encontrados, y aportando distintas opciones para solventarlas.

Evaluación de la propuesta

Para evaluar la efectividad de esta primera versión de nuestra propuesta de formación hemos diseñado y utilizado diferentes instrumentos: Cuestionario (pre y post), diario de clase de profesores, diario online de alumnos, producciones de alumnos y entrevistas individuales semi-estructuradas a alumnos. Parte de la información recogida ya ha sido analizada, concretamente los datos que nos ha proporcionado el cuestionario, el cual ha sido validado y publicado (Martínez-Chico y otros, 2012)

RESULTADOS

Como primer resultado, aportamos una propuesta de formación inicial de 40 horas (lectivas), que se organiza en torno a dos planos que resultan complementarios:

Por una parte, se plantea una primera reflexión explícita sobre la experiencia escolar y creencias de los maestros en formación en torno a cuestiones fundamentales: *qué es la ciencia y cómo funciona, por qué es necesario aprender ciencias, cómo se produce el aprendizaje de las ciencias, y cómo enseñar ciencias*-de manera fundamentada, identificando un conjunto de indicadores de lo que sería una enseñanza “adecuada” de las ciencias que nos permita valorar la enseñanza habitual de las ciencias y elaborar propuestas de mejora.

Por otra parte, hacemos *vivir* a los futuros maestros una experiencia de aprendizaje con un enfoque basado en la indagación sobre un contenido concreto (Sol-Tierra), acompañada de reflexiones sobre los mismos indicadores de la primera parte, de manera que, en lugar de simplemente “contarles” en qué consiste la enseñanza basada en la indagación, ellos además viven un proceso de indagación que puede servirles como ejemplo o modelo metodológico para enseñar ciencias.

Esta parte se inicia la indagación planteando un problema o pregunta que logre involucrar a los estudiantes y dé sentido a la enseñanza: *¿Cómo debería colocarse una placa fotovoltaica para que alcance la mayor eficiencia durante el día de hoy?* En la resolución de esta pregunta distinguimos claramente dos secciones dependiendo del tipo de conocimiento puesto en juego:

Búsqueda de pruebas sobre cómo se mueve el sol en nuestra localidad (Conocimiento descriptivo), para ello, **formulan explicaciones personales** utilizando distintos lenguajes (verbal, gestual, plástico, numérico, gráfico...) y **trabajan con el contenido necesario** como las coordenadas horizontales (elevación angular y azimut), puntos cardinales y posiciones como orto, ocaso, cénit, etc. En definitiva, **buscan pruebas que apoyen o refuten sus ideas** analizando resultados, y comunicando los resultados obtenidos y, por tanto, **argumentando y evaluando los resultados a la luz de explicaciones alternativas** fiables.

Búsqueda de explicaciones sobre cómo se mueve el sol en nuestra localidad (conocimiento explicativo) construyendo un modelo Sol-Tierra que permita, además de explicar el conocimiento descriptivo basado en pruebas construido en la sección anterior, hacer predicciones de nuevos hechos y su transferencia a otras localidades. De nuevo a través de un ciclo de indagación: partimos de una pregunta científica que involucra a los estudiantes y da sentido a la enseñanza: *¿Cómo deben moverse el Sol y/o la Tierra para explicar los cambios en la trayectoria diaria del Sol en Almería?*, *¿qué predicciones podemos realizar?* (Figura 1).

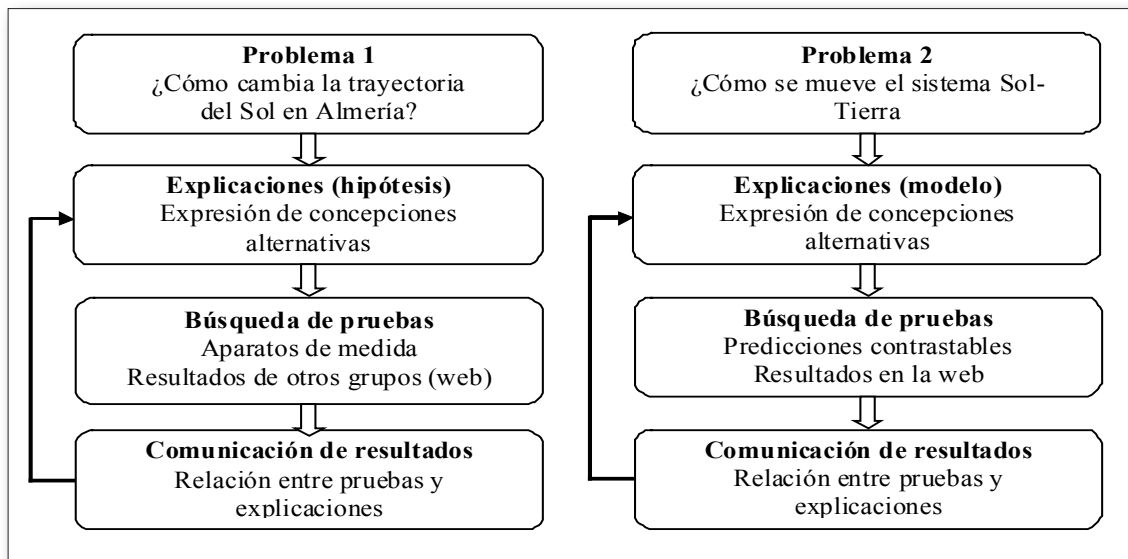


Fig. 1. Esquemas del Problema 1 y 2

Además del diseño fundamentado de esta propuesta y de su implementación, en el desarrollo del simposio aportaremos resultados de los instrumentos de evaluación planteados como, por ejemplo, el análisis las respuestas al cuestionario donde se obtiene un efecto positivo entre el pre-test y el post-test en un 83% de los ítems, lo cual indica que la propuesta de formación ha tenido un efecto relevante en las concepciones sobre las que versa el cuestionario (Martínez-Chico y otros, 2012). También expon-dremos los resultados del análisis de los diarios de alumnos con los que aportar información sobre la implementación.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado muestra que es posible diseñar una propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en las principales conclusiones y recomendaciones de la investigación en didáctica de las ciencias.

El efecto de este primer diseño e implementación, que se ha apreciado en la gran implicación del alumnado y en su satisfacción, nos permite avanzar la validez de la secuencia percibida. El análisis de la información recogida también parece indicar que el desarrollo de propuesta hatenido un efecto positivo en las concepciones de los maestros.

La propuesta resulta claramente insuficiente para que nuestros futuros maestros puedan desarrollar una enseñanza de las ciencias en Primaria con un enfoque IBSE. Aunque hayan aprendido sus características para un tópico concreto (Sol-Tierra) faltaría diversificar a otros modelos de Primaria así como el desarrollo del conocimiento profesional más ligado al aula como el diseño o adaptación de propuestas, herramientas para evaluar y extraer conclusiones sobre la implementación, en definitiva el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido más ligado a la práctica docente que precisará de la conexión con el practicum y que, por eso, reservamos para la asignatura de cuarto curso (tabla 3) y para la formación permanente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alake-Tuenter, E., Biemans, H.J.A., Tobi, H., Wals, A.E.J., Oosterheert, I. y Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34 (17), pp. 1–32.
- López-Gay, R.; Jiménez Liso, M.R.; Osuna, L. y Martínez Torregrosa, J. (2009). El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros. *Alambique*, 61, pp. 27-37.
- Martínez-Chico, M. López-Gay, R., Jiménez-Liso, R. (2012). ¿Nuestra propuesta de formación inicial realmente funciona? Diseño e implementación de un cuestionario. XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela, Spain.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: NationalAcademyPress.
- Oliva, J.M. (2005). Sobre el estado actual de la revista Enseñanza de las Ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), pp. 123-131.
- Osborne, J. y Dillon, J.(2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Informe Nuffield (NuffieldFoundation), UK. Último acceso el 12 de febrero de 2012, desde:http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf
- Schwarz, C. V., yGwekwerere, Y. N. (2007). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching. *Science Education*, 91(1), pp. 158-186.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. y Novak, J.D. (1994). Research on alternative concepctions in science, 177-210. En: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science Teachers Association (MacMillan Pub. Co.: New York).
- Windschitl, M., Thompson, J. yBraaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, pp. 941–967.